

⑤ Int Cl<sup>6</sup> : B 29 C 53/60; B 29 D 23/00; B 29 K 101:10

12

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

## A1

②② Date de dépôt : 12.07.90.

**③③ Priorité :**

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 17.01.92 Bulletin 92/03.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

**(71) Demandeur(s) : SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION «S.N.E.C.M.A.» Société Anonyme — FR.**

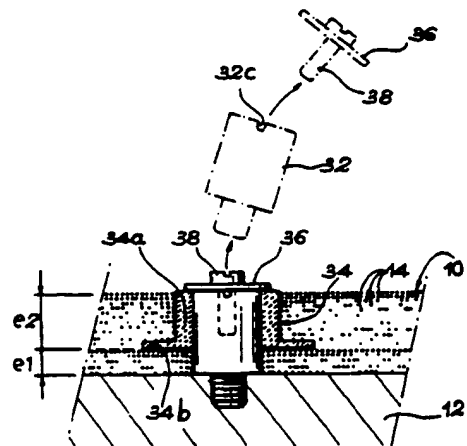
**(72) Inventeur(s) : Glowacki Pierre, Antoine et Payen Jean-Michel.**

**73 Titulaire(s) :**

**(74) Mandataire : Gérard Michel.**

**(54) Procédé de fabrication de pièces de révolution présentant des singularités de forme, en enroulement filamentaire.**

**57** Pour fabriquer des pièces de révolution telles que des réservoirs, des corps de tuyères, etc., selon la technique de l'enroulement filamentaire, dans le cas où ces pièces présentent des singularités de forme (trous, bossages, etc.), on bobine le brin filamentaire (14) sur une matrice (12) sur laquelle on a fixé au préalable un organe démontable (32) à l'emplacement prévu pour chaque singularité. Lorsque la pièce est terminée, le démontage de cet organe (32) ménage une partie en creux de la forme désirée. Si l'on désire réaliser un filetage dans cette partie en creux et/ou un bossage autour de celle-ci, on place sur l'organe démontable (32) un insert (34) qui reste dans la pièce après démontage dudit organe.



**FR 2 664 529 - A1**



PROCEDE DE FABRICATION DE PIECES DE REVOLUTION PRESENTANT  
DES SINGULARITES DE FORME, EN ENROULEMENT FILAMENTAIRE.

DESCRIPTION

L'invention concerne un procédé de fabrication  
5 de pièces de révolution présentant des singularités de  
forme telles que des trous, des bossages, etc., en utilisant la technique de l'enroulement filamentaire.

L'enroulement filamentaire est une technique connue qui consiste à bobiner, sur une matrice tournant  
10 autour d'un axe, au moins un fil ou un ruban, que l'on désignera ci-après par l'expression "brin filamentaire". Lorsque le bobinage est terminé, on rigidifie la résine durcissable qui imprègne habituellement le brin filamentaire. Pour cela, on porte la pièce à une température  
15 de polymérisation de la résine, par exemple dans une étuve ou dans un four. Après enlèvement de la matrice, on obtient une pièce en matériau composite qui peut être de forme cylindrique, conique, etc.. De telles pièces sont notamment utilisées pour fabriquer des réservoirs,  
20 des corps de tuyères, etc. notamment dans l'industrie spatiale.

Dans les pièces fabriquées selon cette technique, la présence de singularités de forme telles que des trous, des bossages, des fixations, etc. dans la paroi  
25 de la pièce à réaliser pose un problème délicat. En effet, si ces singularités de forme sont obtenues en usinant la pièce fabriquée par enroulement filamentaire, cela conduit à couper les brins filamenteux, ce qui réduit de façon souvent inacceptable les propriétés mécaniques de la pièce. De plus, les parois de telles pièces  
30 en matériau composite sont impropres à recevoir des filetages ou des bossages.

Dans le document FR-A-2 595 772, il est proposé d'emboîter à force des organes tels que des bagues, des  
35 vis, des goujons, etc. dans des évidements formés dans

une matrice, de façon à noyer ces organes dans la pièce au cours du bobinage du brin filamentaire. Lorsque la fabrication de la pièce est terminée, la matrice est démontée et les organes précités restent prisonniers à l'intérieur de la pièce.

Si le procédé décrit dans ce document permet bien de réaliser des pièces de révolution comportant des singularités, par enroulement filamentaire, ces singularités se traduisent toujours par la présence d'organes réalisés en un matériau différent du reste de la pièce à l'emplacement de chacune des singularités. De plus, la technique utilisée a pour conséquence que chacun de ces organes fait saillie vers l'intérieur de la pièce lorsque la matrice ayant servi au bobinage est démontée.

L'invention a précisément pour objet un procédé de fabrication de pièces de révolution comportant des singularités de forme, par enroulement filamentaire, dont la conception originale permet dans certains cas de supprimer toute présence d'organes étrangers dans la pièce terminée tout en évitant que, lorsque de tels organes existent, ils ne fassent saillie au-delà de la surface intérieure de la pièce, un risque d'échappement accidentel de ces organes étant cependant rendu impossible.

Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un procédé de fabrication de pièces de révolution, par bobinage d'au moins un brin filamentaire sur une matrice tournant autour d'un axe, caractérisé par le fait qu'on réalise dans ladite pièce au moins une partie en creux en fixant sur la matrice, préalablement au bobinage, au moins un organe démontable dont la forme extérieure correspond sensiblement à la forme intérieure de la partie en creux à réaliser, et en démontant ledit organe après durcissement d'une résine d'imprégnation du brin filamentaire.

En fixant, conformément à l'invention, un orga-

ne démontable sur la matrice à l'endroit où la pièce à réaliser doit présenter une partie en creux, et en démontant cet organe lorsque la pièce est terminée, celle-ci présente une partie en creux dont la paroi est formée  
5 directement dans la structure même de la pièce.

Dans certains cas particuliers, par exemple lorsque la paroi de la partie en creux doit présenter un filetage ou lorsqu'on désire réaliser un bossage à la surface de la pièce, on place sur l'organe démontable  
10 un insert destiné à faire partie de la pièce et dont la surface intérieure est, par exemple, filetée. Cet insert peut notamment être réalisé en une résine identique à la résine d'imprégnation du brin filamentaire, de telle sorte qu'il se noie dans le matériau composite au moment  
15 de la polymérisation.

Avantageusement, l'insert comporte une embase débordante en forme de disque qui permet d'assurer son maintien axial à l'intérieur du matériau composite. Pour favoriser ce maintien, l'insert peut être placé sur l'organe démontable après avoir bobiné quelques spires du  
20 brin filamentaire sur le mandrin, le bobinage étant terminé après la mise en place de cet insert.

Afin de réduire autant que possible les zones dépourvues de brin filamentaire autour de la partie en creux ainsi réalisée, on utilise un insert dont l'embase débordante est munie de picots à proximité de sa périphérie. Ces picots permettent en effet d'accrocher les  
25 brins filamenteux en réalisant le bobinage, ce qui réduit considérablement les zones dépourvues de brins  
30 filamenteux autour des parties en creux ainsi réalisées.

Dans le cas où le bobinage laisse encore subsister quelques petites zones creuses malgré l'utilisation d'un insert comportant une embase munie de picots,  
35 l'insert peut présenter une enveloppe extérieure complé-

mentaire de la trajectoire suivie par le brin filamenteux lorsqu'on l'accroche sur les picots.

On décrira à présent différentes formes de réalisation de l'invention, à titre d'exemples non limitatifs, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de face, en coupe partielle, illustrant le bobinage d'un brin filamenteux sur une matrice portant, conformément à l'invention, différents organes démontables, afin de fabriquer une pièce de révolution en matériau composite comportant des singularités de forme ;

- la figure 2 est une vue en coupe à plus grande échelle illustrant la réalisation d'une partie en creux dans la paroi de la pièce, au moyen d'un organe démontable fixé sur la matrice ;

- la figure 3 est une vue en coupe comparable à la figure 2 illustrant la réalisation d'une partie en creux comportant un filetage intérieur, au moyen d'un organe démontable et d'un insert fixe ;

- la figure 4 est une vue en coupe comparable aux figures 2 et 3 illustrant le cas où un organe démontable fixé sur la matrice supporte une embase munie de picots ;

- la figure 5 est une vue de dessus illustrant le bobinage d'un brin filamenteux sur une matrice portant un organe démontable sur lequel est placé un insert comportant une embase munie de picots telle qu'illustrée sur la figure 4 ; et

- la figure 6 est une vue en perspective représentant un insert comportant une embase munie de picots ainsi qu'une partie centrale dont l'enveloppe extérieure est complémentaire de la trajectoire suivie par le brin filamenteux lorsqu'on accroche ce dernier sur les picots au cours du bobinage.

Comme l'illustre schématiquement la figure 1,

une pièce de révolution 10 présentant des singularités de forme telles que des trous ou des bossages est réalisée, conformément à l'invention, par enroulement filamentaire en bobinant sur une matrice ou mandrin 12 un u  
5 plusieurs brins filamenteux 14, imprégnés par une résine durcissable, puis en durcissant cette résine.

La figure 1 illustre plus précisément l'étape de bobinage du brin filamentaire 14 sur la matrice 12. Pour réaliser ce bobinage, la matrice 12 est placée sur  
10 un arbre 16 supporté à ses extrémités par une pointe 18 et une contre-pointe 20 et entraîné en rotation autour de son axe par un t'oc 22. Des flasques 24 et 26 sont fixés aux extrémités de la matrice 12 sur l'arbre 16, de façon à délimiter les extrémités de la pièce 10.

15 Pour réaliser le bobinage, le fil ou le ruban constituant le brin filamentaire 14 passe par un guide-fils 28 monté sur un chariot 30 qui se déplace parallèlement à l'axe de rotation de la matrice 12. Plus précisément, des moyens d'asservissement (non représentés)  
20 commandent le déplacement du chariot 30 ainsi que la tension du brin filamentaire 14 en fonction de la vitesse de rotation de la matrice 12.

Cette dernière caractéristique permet au brin filamentaire 14 d'être déposé à la surface de la matrice  
25 12 selon une trajectoire déterminée qui tient compte de la présence sur la surface extérieure de cette dernière d'organes démontables 32 qui sont fixés, conformément à l'invention, sur la matrice 12 avant le début du bobinage.

30 Plus précisément, les organes démontables 32 sont fixés sur la matrice 12 en des emplacements correspondant à des parties en creux que l'on désire réaliser dans la paroi de la pièce 10, la forme extérieure de chacun des organes 32 correspondant sensiblement à la  
35 forme intérieure de chacune des parties en creux que l'on

désire réaliser. Ainsi, les organes démontables 32 peuvent prendre selon le cas la forme de pions de section circulaire, ovale, carrée, rectangulaire, etc..

La figure 2 illustre précisément plus en détail le cas d'un organe 32 constitué par un pion cylindrique permettant de former dans la paroi de la pièce 10 un trou de section circulaire dont l'axe est orienté radialement. Cet organe 32 comprend alors un corps cylindrique 32a prolongé par une extrémité filetée 32b qui est vissée dans un trou taraudé 12a formé à cet effet sur la surface extérieure de la matrice 12. La longueur du corps cylindrique 32a est supérieure à l'épaisseur de la pièce 10 à réaliser et la face terminale de ce corps cylindrique présente une empreinte telle qu'une fente 32c permettant de visser et de dévisser l'organe 32 à l'aide d'un outil approprié tel qu'un tournevis.

Le bobinage du brin filamentaire 14 sur la matrice 12 est réalisé en passant autour de l'organe démontable 32, en s'appuyant sur cet organe pour le contourner lorsque cela est nécessaire, mais sans jamais passer dessus. Lorsque l'épaisseur désirée est atteinte pour la pièce 10, le bobinage est arrêté. On réalise ensuite le durcissement de la résine imprégnant le brin filamentaire enroulé autour de la matrice et contournant les organes 32, après quoi on démonte ces organes 32 comme on l'a représenté schématiquement sur la droite de la figure 2. On forme ainsi au travers de la paroi de la pièce 10 un trou 10a dont la forme intérieure cylindrique correspond à la forme extérieure cylindrique de l'organe 32.

Comme l'illustre la figure 3, lorsque l'on veut réaliser un trou fileté dans la pièce 10 ou un bossage à la surface extérieure de celle-ci, on fixe sur la matrice 12 un organe démontable 32 ayant la forme d'un pion cylindrique analogue à celui qui vient d'être décrit en

référence à la figure 2. Lorsque cet organe démontable 32 est vissé par son extrémité filetée 32b dans le trou taraudé 12a correspondant de la matrice 12, on commence le bobinage du brin filamentaire 14 sur une épaisseur e1, par exemple de quelques mm. On place ensuite sur l'organe démontable 32 un insert 34 qui peut être soit métallique, soit réalisé en une résine, de préférence identique à la résine d'imprégnation du brin filamentaire 14. Cet insert 34 a généralement la forme d'un manchon tubulaire dont la surface intérieure comporte un filetag 34a sur toute sa hauteur. La partie de l'insert 34 qui repose sur les premières couches bobinées du brin filamentaire 14 comprend une embase 34b, en forme de disque.

L'embase 34, destinée à être noyée dans la pièce 10, est maintenue sur l'organe démontable 32 par exemple au moyen d'une rondelle 36. Cette dernière est plaquée sur l'extrémité de l'insert 34 opposée à l'embase 34b par une vis 38 reçue dans un trou taraudé formé dans l'extrémité de l'organe démontable 32 comportant la fente 32c.

Lorsque la fixation de l'insert 34 est réalisée, le bobinage du brin filamentaire 14 est poursuivi autour de cet insert, en contournant ce dernier de la même manière que pour l'organe 32, ce qui a pour effet de noyer l'insert dans la pièce 10 et de l'immobiliser axialement en emprisonnant l'embase 34b. Cette deuxième partie du bobinage correspond à l'épaisseur e2 sur la figure 3.

Lorsque le bobinage est terminé, la vis 38 et la rondelle 36 sont démontées, puis l'organe 32 est dévissé comme on la représenté en traits mixtes sur la figure 3. On obtient ainsi dans la pièce 10 un trou cylindrique orienté radialement, dont la partie tournant vers l'extérieur comporte un taraudage 34a et qui présente un bossage constitué par la partie de l'insert 34

qui fait saillie au-delà de la surface extérieure de la pièce 10.

Dans les procédés de fabrication des pièces de révolution en matériau composite utilisant la technique de l'enroulement filamenteux, le bobinage du brin filamenteux s'effectue le plus souvent selon des directions dont le nombre est généralement limité. Par conséquent, lorsqu'on effectue le bobinage en faisant passer le brin filamenteux autour des différents organes démontables 32, le contournement de ces organes par le brin filamenteux laisse des zones creuses au voisinage des trous ainsi réalisés. Pour remédier à cet inconvénient, il est possible, selon un mode de réalisation particulièrement intéressant de l'invention illustré sur les figures 4 et 5, d'utiliser un insert selon le principe qui vient d'être décrit en se référant à la figure 3 afin de guider le brin filamenteux pour qu'il remplisse autant que possible ces zones creuses.

Dans ce mode de réalisation des figures 4 et 5, après avoir fixé un organe démontable 32 sur la matrice 12 de la manière décrite précédemment en se référant à la figure 2, on place sur cet organe un insert 34' constitué essentiellement dans ce cas d'une embase 34'b en forme de disque portant sur l'une de ses faces et au voisinage de sa périphérie un ensemble de picots 34'c.

Plus précisément, l'embase en forme de disque 34'b est percée en son centre de façon à pouvoir être emmanchée sur l'organe démontable 32 qui présente la forme d'un pion cylindrique dans le cas des figures 4 et 5, et les picots 34'c sont orientés perpendiculairement au plan contenant l'embase 34'b en forme de disque. Ces picots 34'c ont une longueur au moins égale à l'épaisseur de la pièce que l'on désire réaliser et ils sont régulièrement répartis sur toute la périphérie de l'embase 34'b, de façon à être à égale distance de l'axe de

L'insert 34'.

De cette manière et comme l'illustre plus précisément la figure 5, lorsque le brin filamentaire 14 est bobiné sur la matrice 12 en contournant les organes 5 démontables 32, ce brin peut être accroché sur les picots 34'c de façon à rester parallèle à la direction de bobinage jusqu'à proximité immédiate de l'organe 32. On comprend que le bobinage selon plusieurs directions du brin filamentaire 14 permet alors de supprimer pratiquement 10 toutes zones creuses à proximité des organes démontables 32.

Si l'on désire que le brin filamentaire 14 soit maintenu le plus près possible des organes démontables 32 par les picots 34'c sur toute l'épaisseur de la pièce, 15 l'insert 34' est placé sur l'organe démontable 32 avant le début du bobinage, comme l'illustre la figure 4. Cependant, il est aussi possible de ne placer l'insert 34' sur l'organe démontable 32 qu'après avoir réalisé une certaine épaisseur de bobinage du brin filamentaire 14 20 comme on l'a décrit précédemment en se référant à la figure 3, si l'on désire que l'insert 34' soit parfaitement noyé dans la pièce.

Par ailleurs, le matériau constituant l'insert 34' peut être, comme dans le cas de l'insert 34, soit 25 un métal soit, de préférence, une résine identique à la résine d'imprégnation du brin filamentaire 14.

Par ailleurs, on comprend aisément que des picots tels que les picots 34'c peuvent être également prévus sur l'embase d'un insert comportant un corps tubulaire servant par exemple à former un trou fileté dans 30 la pièce ou un bossage à la surface extérieure de celle-ci, comme on l'a décrit précédemment en se référant à la figure 3.

Dans certains cas, le nombre de directions de 35 bobinage du brin filamentaire 14 peut être trop faible

pour que les picots 34'c de l'insert 34' placé sur l'organe démontable 32 permettent à ce brin filamenteux de remplir totalement l'espace entourant cet organe démontable.

5            Dans ce cas, il est possible comme l'illustre la figure 6 de placer sur l'organe démontable 32 un insert 34" qui comprend, en plus de l'embase 34"b en forme de disque et des picots 34"c supportés par cette embase, un corps 34"a sensiblement tubulaire dont la  
10 surface intérieure définit la surface intérieure du trou ainsi formé dans la pièce et dont la surface extérieure présente une forme correspondant à l'enveloppe du brin filamenteux 14 lorsqu'il est bobiné sur la matrice 12 et accroché sur les picots 34"c. La figure 6 illustre  
15 plus précisément le cas où le bobinage du brin filamenteux 14 est réalisé selon une seule direction et laisserait par conséquent deux zones creuses diamétralement opposées de part et d'autre de l'organe démontable 32, malgré l'accrochage de ce brin filamenteux sur les pi-  
20 cots 34"c.

Comme dans les modes de réalisation décrits précédemment, l'insert 34" peut être soit métallique soit, de préférence, réalisé en une résine identique à la résine d'imprégnation du brin filamenteux 14. De  
25 plus, la surface intérieure du corps sensiblement tubulaire 34"c peut présenter une forme quelconque et notamment comporter un taraudage comme dans le cas de la figure 3.

Bien entendu, les différentes formes de réalisation de l'invention qui viennent d'être décrites en  
30 se référant aux figures 2 à 6 peuvent être utilisées conjointement pour la fabrication d'une même pièce, un simple organe démontable 32 étant fixé sur la matrice 12 aux endroits où la pièce doit simplement comporter  
35 un trou traversant sa paroi, alors qu'un organe démontable

ble comparable fixé en un autre endroit de la matrice supporte un insert qui fera finalement partie de la pièce lorsqu'on désire réaliser sur celle-ci un trou taraudé et/ou un bossage extérieur entourant un trou. Un insert  
5 devra cependant être prévu dans tous les cas si l'on désire à tout prix éviter la présence de zones creuses lorsque les directions de bobinage du brin filamentaire sont peu nombreuses.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée  
10 aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits à titre d'exemples, mais en couvre toutes les variantes. Ainsi, on a vu que les organes démontables peuvent prendre la forme de pions cylindriques aussi bien que d s formes plus complexes, sans sortir du cadre de l'inven-  
15 tion. De façon comparable, la fixation des organes démontables sur la matrice ainsi que le maintien des inserts sur ces organes démontables lors du bobinage peuvent être réalisés par tous moyens de fixation équivalents qui apparaîtront aisément à l'homme du métier.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication de pièces de révolution, par bobinage d'au moins un brin filamenteux (14) sur une matrice (12) tournant autour d'un axe, caracté-  
5 risé par le fait qu'on réalise dans ladite pièce au moins une partie en creux en fixant sur la matrice, préalablement au bobinage, au moins un organe démontable (32) dont la forme extérieure correspond sensiblement à la forme intérieure de la partie en creux à réaliser, et en démon-  
10 tant ledit organe après durcissement d'une résine d'imprégnation du brin filamenteux.

2. Procédé selon la revendication 1, caracté-  
risé par le fait qu'on place sur l'organe démontable (32) un insert (34) destiné à faire partie de ladite pièce.

15 3. Procédé selon la revendication 2, caracté-  
risé par le fait qu'on utilise un insert (34,34',34'') comportant une embase (34b,34'b,34''b) en forme de disque.

4. Procédé selon la revendication 3, caracté-  
risé par le fait qu'on utilise un insert (34',34'')  
20 comportant une embase (34'b,34''b) munie de picots (34'c, 34''c), et par le fait qu'on accroche le brin filamenteux (14) sur les picots en effectuant le bobinage.

5. Procédé selon la revendication 4, caracté-  
risé par le fait qu'on utilise un insert (34'') comportant  
25 un corps sensiblement tubulaire (34''a) dont l'enveloppe extérieure est complémentaire de la trajectoire suivie par le brin filamenteux (14) lorsqu'on l'accroche sur les picots (34''c).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait qu'on utilise un  
30 insert (34,34',34'') en une résine identique à la résine d'imprégnation du brin filamenteux.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé par le fait qu'on place l'in-  
35 sert (34,34',34'') sur l'organe démontable (32) après

avoir bobiné quelques spires du brin filamentaire (14) sur le mandrin (12), et qu'on termine ensuite le bobinage.

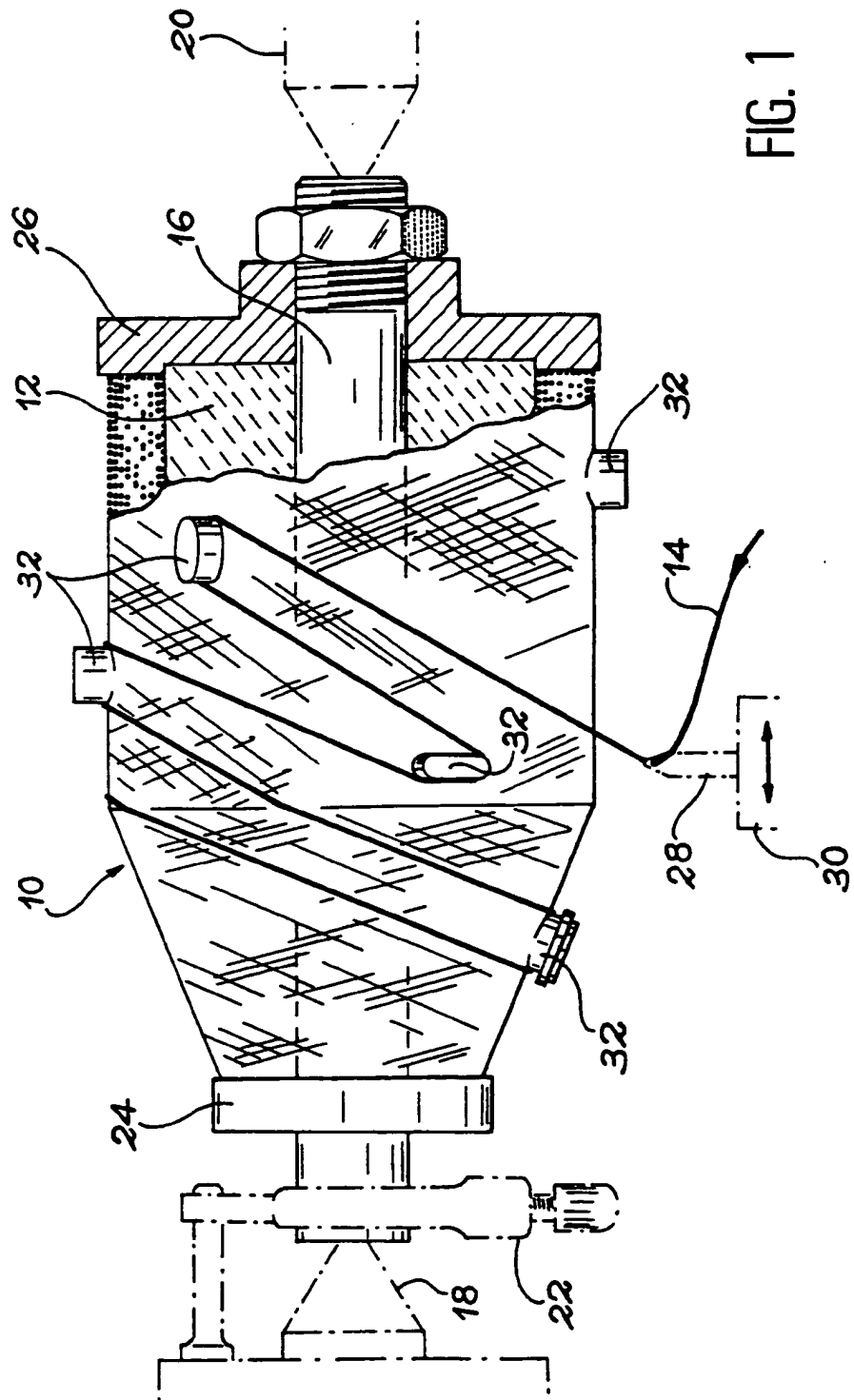


FIG. 1

2 / 3

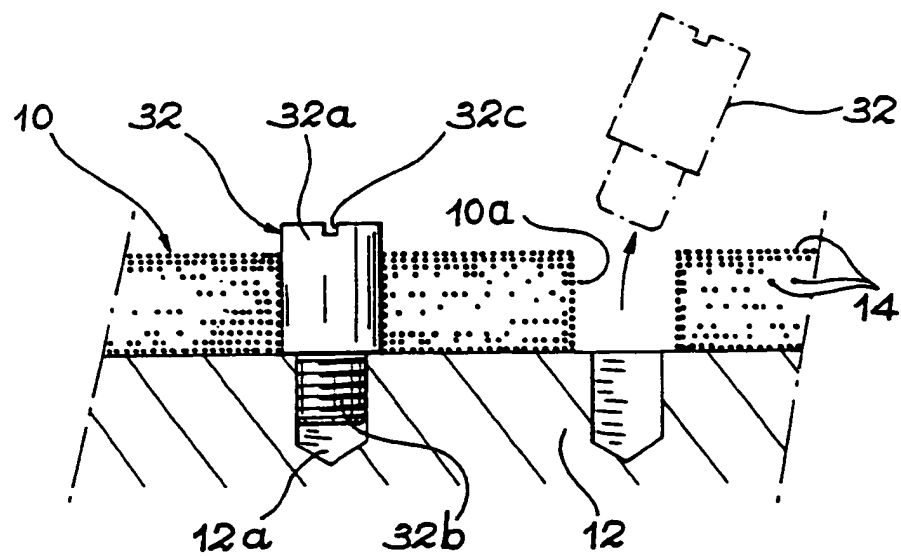
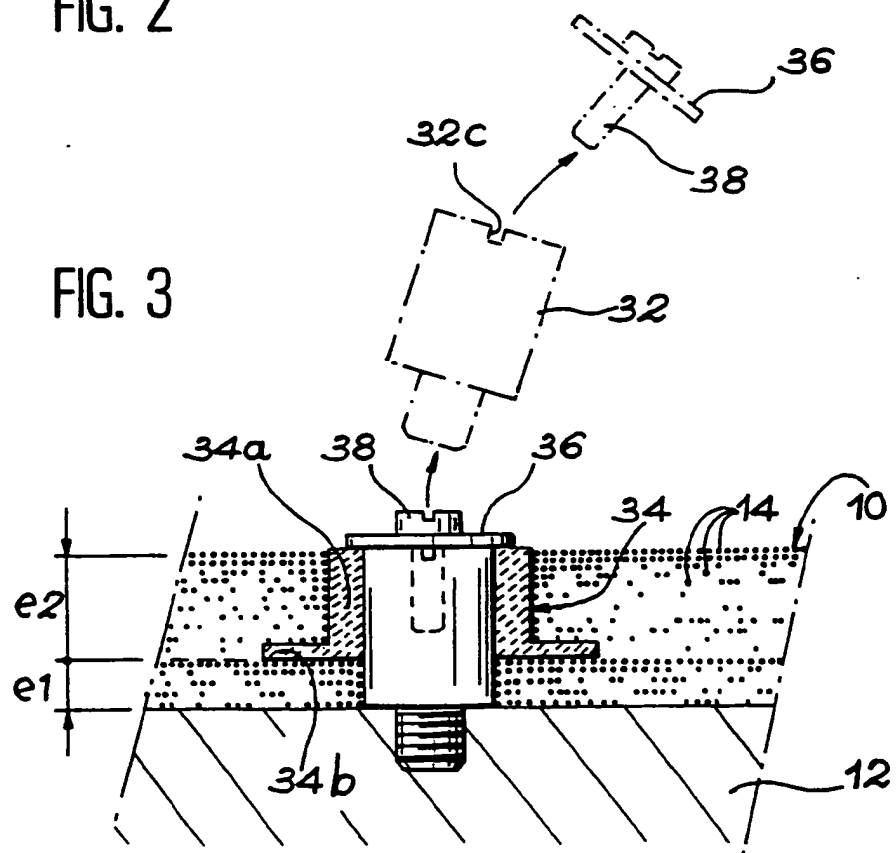


FIG. 2

FIG. 3



3 / 3

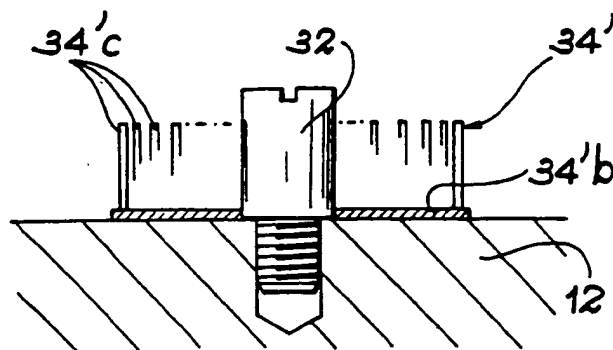


FIG. 4

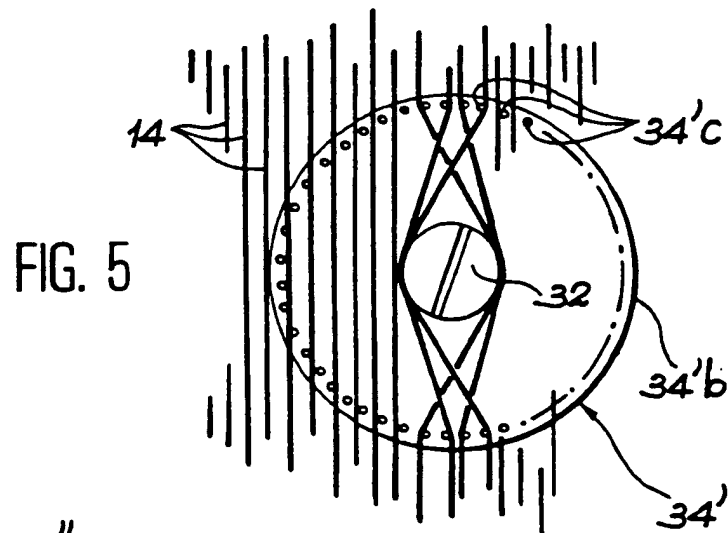


FIG. 5

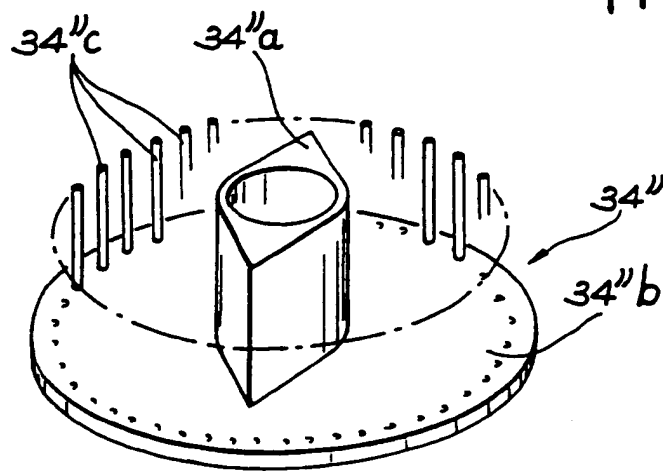


FIG. 6

**INSTITUT NATIONAL**  
**de la**  
**PROPRIETE INDUSTRIELLE**

Nº d'enregistrement  
national

FR 9008869  
FA 446715

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-3 765 980 (HURLBUT, Sr. et al.) ---	1
X	US-A-3 449 182 (WILTSHIRE) * Figures 1-3 *	1-3
Y	---	4,5
Y	US-A-4 137 354 (MAYES, Jr. et al.) * Figures 2,3,9,10,12 *	4,5
A	EP-A-0 301 631 (BENTLEY-HARRIS) -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		B 29 C
Date d'achèvement de la recherche 11-04-1991		Examinateur KUHN E. F. E.

**CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES**

X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  
O : divulgation non-écrite  
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention  
E : document de brevets bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  
D : cité dans la demande  
L : cité pour d'autres raisons

---

& : membre de la même famille, document correspondant

FO FORM 150 03.82 (P0413)